



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE EL
REAPROVECHAMIENTO DE BIOMASA (CÁSCARA DE PAPA Y
AGUAS RESIDUALES) POR MEDIO DE BIOCELDAS, LIMA, 2016.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORA:

Angie Lisette Carrasco Vergara

ASESOR:

Dr. Mgtr. Ing. Benites Alfaro, Elmer

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2016 - II

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE EL
REAPROVECHAMIENTO DE BIOMASA (CÁSCARA DE PAPA Y AGUAS
RESIDUALES) POR MEDIO DE BIOCELDAS, LIMA, 2016.

Autora:

Angie Lisette Carrasco Vergara

Jurado

Firma del:

Mgtr. Dr. Ing. Valdiviezo Gonzales Lorgio
Presidente

Mgtr. Ing. Munive Cerrón Rubén
Secretario

Dr. Ing. Benites Alfaro Elmer
Vocal

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a Dios, por ser la fuerza omnipresente en todos mis andares, a mis padres Cecilia y Edward, quiénes a su manera nunca desfallecieron en brindarnos lo mejor de la vida. A mi hermano Jorge, quién siempre está para apoyarme sacándome una sonrisa con sus ocurrencias, a mis abuelitas Gloria y Enma, quiénes con su esfuerzo y sacrificio supieron darme su apoyo incondicionalmente depositando en mí su confianza de poder ser cada día mejor. A mi cachorro hermoso Scott, quién me acompañó en las noches de desvelo.

El autor.

AGRADECIMIENTO

A mis Asesores de Tesis, quiénes estuvieron dispuestos a brindarme sus conocimientos y me permitieron realizar y culminar este trabajo en forma satisfactoria. En especial al Ing. Benites Alfaro, quién me apoyó durante el desarrollo de la exploración.

Al Ing. Gustavo Román, quién me brindó conocimientos, orientó y motivó a seguir adelante con la investigación.

A todas las personas que me motivaron y apoyaron directa e indirectamente a la realización de esta investigación.

A todos ellos, Gracias!

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Angie Lisette Carrasco Vergara identificada con DNI N° 47512578, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Diciembre del 2016.

Angie Lisette Carrasco Vergara

PRESENTACIÓN

Señores miembros de jurado presento ante ustedes la tesis titulada “Generación de energía eléctrica mediante el reaprovechamiento de biomasa (cáscara de papa y aguas residuales) por medio de bioceldas, Lima, 2016.”, con la finalidad de aprovechar la biomasa (residuos de la cáscara de papa en conjunto con agua residual) para innovar en la búsqueda de nuevas fuentes de combustibles alternos, construir un prototipo de biocelda para generar energía eléctrica de manera sostenible y de esta manera, promover el uso de energía limpia disminuyendo el uso de energía no renovable, en cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental .

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La autora:

Angie Lisette Carrasco Vergara

INDICE GENERAL

<i>JURADOS</i>	ii
<i>DEDICATORIA</i>	iii
<i>AGRADECIMIENTO</i>	iv
<i>DECLARACION DE AUTENTICIDAD</i>	v
<i>PRESENTACIÓN</i>	vi
<i>RESUMEN</i>	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	2
1.2 Trabajos Previos	4
1.3 Teorías relacionadas al tema	8
1.3 Formulación del problema	30
1.4 Justificación del estudio	30
1.5 Hipótesis	32
1.6 Objetivos	32
1.7.1 Objetivo General	32
1.7.2 Objetivos Específicos	33
II. MÉTODO	34
2.1 Diseño de investigación	35
2.2 Variables y Operacionalización	35
2.2.1 Identificación de variables	35
2.2.2 Operacionalización de variables	35
2.3 Población y muestra	37
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	38
2.5 Métodos de Análisis de Datos	42
2.6 Aspectos éticos	42
III. RESULTADOS	43
IV. DISCUSIÓN	75
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES	82

VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
VIII.	ANEXOS	91
	ANEXO N°1	92
	ANEXO N°2	93
	ANEXO 03	94
	ANEXO N°4	95
	ANEXO N°5	96
	ANEXO N°6	97
	ANEXO N°7	98
IX.	GALERÍA DE IMÁGENES	99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición Nutricional del tubérculo de papa.	14
Tabla 2. Principales micro-organismos encontrados en las bioceldas que generan una alta producción de electricidad.	16
Tabla 3: Principales variables consideradas en Bioceldas generadoras de potenciales representativos.....	25
Tabla 4: Parámetros que afectan el funcionamiento de las bioceldas.....	27
Tabla 5. Operacionalización de variables.....	36
Tabla 6. Distribución de biomasa por repetición.....	37
Tabla 7. Etapas de recolección de datos	39
Tabla 8. Cantidades de biomasa a utilizar en las repeticiones.....	45
Tabla 9. Parámetros analizados en campo: Muestra de agua residual.....	46
Tabla 10. Datos obtenidos de la prueba de experimentación en la biocelda	53
Tabla 11. Datos obtenidos de la prueba de pre-experimentación en la biocelda .	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Residuos sólidos generados 2000-2014	9
Figura 2. Producción de Papa, 2004-2013.....	10
Figura 3. Destino final de los residuos recolectados	11
Figura 4. Composición Física de los Residuos Sólidos en Lima	11
Figura 5. Fuentes de energía para la electricidad en Perú, Julio 2016	12
Figura 6. Esquema de la división de la biomasa.	13
Figura 7. Microorganismos presentes en aguas residuales	16
Figura 8. Bacterias Geobacter en superficie de grafito.	18
Figura 9. Estructura y procesos involucrados en una biocelda	20
Figura 10. Reacción electroquímica en una biocelda.....	22
Figura 11. Membrana de Intercambio Catiónico (MIC).....	24
Figura 12. Electrodo de grafito	24
Figura 13. Recolección y caracterización de la cáscara de papa.....	44
Figura 14. Muestra, conductividad y pH del agua residual.....	46
Figura 15. Diseño de las celdas anódica y catódica.....	48
Figura 16. Diseño del electrodo.....	48
Figura 17. Membrana de Intercambio de Cationes (MIC)	49
Figura 18. Sustrato: Extracto de los residuos de cáscara de papa y muestra del agua residual.....	50
Figura 19. Construcción y funcionamiento de la biocelda	51
Figura 20. Recolección de datos	52

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Ecuación de Nernst	22
Ecuación 2: Ecuación de la intensidad de corriente	28
Ecuación 3: Ecuación del voltaje.....	29
Ecuación 4: Ecuación de la potencia.....	29

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad demostrar que la biomasa (cáscara de papa y agua residual), puede ser reaprovechada en la generación de energía eléctrica mediante bioceldas, para reducir el aumento incontrolable de residuos sólidos, el uso excesivo de energía no renovable y el consumo de energía eléctrica así como de combustibles fósiles.

El procedimiento para la investigación se realizó de forma manual, primero se determinó la cantidad de cáscara de papa, luego se extrajo el líquido de glucosa para utilizarlo como sustrato. Después se recolectó el agua residual, y una parte de la muestra se envió a analizar. Posteriormente se procedió a la construcción de la biocelda siguiendo el diseño previamente elaborado, de los cuales la cámara anódica consistió de 357.76ml, la catódica de 265.92ml. Finalmente, se inició el proceso de experimentación con diferentes cantidades de biomasa residual y de esta manera se halló el mejor de los tratamientos. La parte experimental se realizó en un laboratorio de la localidad de Carabayllo, Lima.

Para la composición de solución anódica en el Tratamiento 1, se utilizó: a) 35ml del líquido extraído de 100.21g de cáscara de papa, b) 250ml de agua residual (obtenida del proceso de lavado de las papas) y c) Material de cultivo biológico (obtenido del agua residual). Para la solución catódica del Tratamiento 1, se utilizó: a) 270 ml de agua destilada (H_2O), a la cual se le adicionó Cloruro de Sodio ($NaCl$) al 2%, para aumentar la conductividad eléctrica. Para los tratamientos 2, 3 y 4 se varió la cantidad de cáscara de papa, siendo 200, 300 y 400 gramos respectivamente.

De los resultados obtenidos en la investigación, el tratamiento N°4 evidenció el máximo voltaje, siendo 0.80 V, la intensidad de corriente de 0.1 A y generando una potencia máxima de 0.080W, durante los 7 días de experimentación.

Palabras clave: *Cáscara de papa, agua residual, biocelda, voltaje.*

ABSTRACT

The objective of this research was to demonstrate that biomass (potato peel and wastewater) can be reused in the generation of electric energy by means of biocells to reduce uncontrollable increase of solid waste, excessive use of non-renewable energy and the consumption of electric energy as well as of fossil fuels.

The procedure for the investigation was performed manually, first the amount of potato peel was determined, then the liquid was extracted from glucose to be used as a substrate. The residual water was then collected, and a portion of the sample was sent for analysis. Subsequently the construction of the biocelda was carried out following the design previously elaborated, of which the anodic chamber consisted of 357.76ml, the cathodic of 265.92ml. Finally, the experiment was started with different amounts of residual biomass and in this way the best of the treatments was found. The experimental part was carried out in a laboratory in the town of Carabayllo, Lima.

For the anodic solution composition in Treatment 1, a) 35 ml of the liquid extracted from 100.21 g of potato peel, b) 250 ml of waste water (obtained from the potato washing process) and c) Bio culture material (Obtained from wastewater). For the cathodic solution of Treatment 1, a) 270 ml of distilled water (H₂O), to which 2% Sodium Chloride (NaCl) was added, was used to increase the electrical conductivity. For treatments 2, 3 and 4 the amount of potato peel was varied, being 200, 300 and 400 grams respectively.

From the results obtained in the investigation, the treatment No. 4 showed the maximum voltage, being 0.80 V, the current intensity of 0.1 A and generating a maximum power of 0.080 W, during the 7 days of experimentation.

Keywords: *Potato husk, residual water, biocelda, voltage*